

Continental Teves AG & Co. oHG

17.05.2004
GP/PT
P 10677G. Halasy-Wimmer
P. Linhoff
J. Thiesing
C. Maron
J. Völkel**Verfahren zum Wiederherstellen, Stabilisieren und Erhalten des Reibwertes von Bremsbelägen**

Ob es zu einem Unfall und dem damit zusammenhängenden Schaden kommt hängt oft von der Verkürzung des Bremsweges um nur sehr kurze Strecken ab. Neben einer Reihe von anderen Faktoren ist es daher sehr wichtig, dass die Funktion der Bremsanlage (z.B. Betriebsbremse eines Fahrzeuges) optimal ist. Dies gilt auch für Bremsvorgänge, die üblicherweise nur eine reine Festhaltefunktion erfüllen, wie z. B. die Feststellbremsanlage eines Fahrzeuges oder die Haltebremse einer Fahrkabine eines Fahrruhles.

Aus der DE 19947903 A1 ist es bekannt, dass sich die Wirkung einer Bremse für einen möglichen zukünftigen Bremsvorgang dadurch verbessern lässt, dass man vorsorglich die Beläge der Bremse durch Reibung trocknet. Entsprechendes gilt für das vorsorgliche Entfernen einer auf dem Belag oder dem Reibpartner (z. B. Bremsscheibe) befindlichen Schmutzschicht.

Es hat sich nun gezeigt, dass nicht nur äußere fremde Materialien auf den Bremsbelägen die Wirkung der Bremse herabsetzen können sondern dass auch der Reibwert eines Bremsbelages selbst unterschiedlich sein kann. Dies gilt beispielsweise dann, wenn ein Bremsbelag noch nicht eingefahren ist, wenn er einen Schrägverschleiß zeigt oder wenn er aufgrund chemischer Einflüsse seine Oberfläche ändert. Derartige Einflüsse können den Reibwert eines Bremsbelages um 20% und mehr ändern mit den unter Umständen negativen Folgen bei einem möglichen Bremsvorgang.

- 2 -

Die vorliegende Erfindung geht daher aus von einem Verfahren der sich aus dem Oberbegriff des Anspruchs eins ergebenden Gattung. Aufgabe der Erfindung ist es den Reibwert eines Bremsbelages unter bestimmten Voraussetzungen zu verbessern und in den Nennbereich des Reibwertes zu führen oder zurück zu führen. Hierbei ist es unerheblich, ob sich um eine Betriebsbremsanlage, kombinierte Betriebs- und Feststellbremsanlage oder um eine reine Feststellbremsanlage handelt.

Die Aufgabe wird durch die sich aus dem kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 ergebende Merkmalskombination gelöst. Die Erfindung besteht im Prinzip also darin festzustellen, ob ein bestimmter erster Zustand (erster Parameter) eingetreten ist, nach Feststellung dieses ersten Parameters bestimmte vorgegebene Maßnahmen zu ergreifen (Programm) und nach der Feststellung des zweiten Parameters das Programm zu beenden.

Eine wichtige Größe, die einen Bremsbelag seinen optimalen Reibwert noch nicht erreichen lässt ist der, dass der Bremsbelag noch nicht eingefahren ist. Bremsbeläge erreichen erst nach einem Einfahrprozess ihren Betriebsreibwert. Somit erhöht sich die erforderliche Zuspannkraft/Druck für eine definierte Verzögerung bis der Betriebsreibwert erreicht wird. Es werden daher in Weiterbildung der Erfindung die Merkmale nach Anspruch 2 vorgeschlagen. Dabei bildet der erste Parameter den Beginn des Fahrbetriebes eines Fahrzeuges oder einer Fahrkabine. Der erste Parameter kann aber auch darin bestehen, das Fahrzeug oder die Fahrkabine mit neuen Bremsbelägen versehen wird, also die Bremsbeläge ausgetauscht werden.

Das Programm wird also dann eingeschaltet, wenn das Fahrzeug oder die Fahrkabine neue Bremsbeläge aufweist, sei es das die Bremsbeläge der Erstausstattung noch neu sind oder die Bremsbe-

- 3 -

läge gerade ausgetauscht wurden. Als weitere Bedingung für den Eintritt des ersten Parameters kann hinzukommen, dass das Fahrzeug oder die Fahrkabine bewegt wird so dass das Programm eingeschaltet wird, sobald das Fahrzeug oder die Fahrkabine sich das erste Mal oder nach Neuinstallation oder Austausch der Bremsbelege bewegt, was sich beispielsweise durch den Geschwindigkeitsmesser feststellen lässt.

Den zweiten Parameter kann man wie folgt festlegen: das Programm läuft

- a) nur über einen definierten Zeitraum, z.B. max. 2 Monate nach Inbetriebnahme des Fahrzeuges oder der Fahrkabine und/oder
- b) innerhalb einer/s definierten Wegstrecke/Kilometerstandes, z.B. > 0 Km Beginn, 500 km Ende).

Für die Feststellung des zweiten Parameters ist eine Kombination aus Zeit / Wegstrecke zur Deaktivierung des Programms ebenfalls möglich. Nach dem Bremsbelagwechsel kann ebenfalls eine Aktivierung bzw. Deaktivierung nach obigen Kriterien ausgelöst werden. Die Erkennung des Belagwechsels und die Art des eingewechselten Belages ist über eine Codierung am Bremsbelag oder durch Eingabe an einem geeignetem Steuergerät (ECU) möglich. Die Festlegung des zweiten Parameters, die Form des Programms selbst sowie seine Beendigung kann durch Online Update nach den Vorschriften des Herstellers in das Fahrzeug oder in die Fahrsuhlanlage eingegeben werden. Hierdurch sind auch Eingaben von Änderungen für Programmablauf und Parameter aufgrund neuerer Erkenntnisse des Herstellers möglich (Software Update).

Der zweite Parameter und damit die Deaktivierung des Systems lässt sich auch dann auslösen wenn eine vorgegebene Relation

- 4 -

Zuspannkraft bzw. Druck zu Verzögerung erreicht wird (optional wenn Verzögerungssensoren vorhanden). Zur Verzögerung können auch Beschleunigungsmesser oder Wägezellen (beim Fahrstuhl) verwendet werden wie sie im Zusammenhang mit geregelten Bremsystemen eingesetzt werden. Evtl. kann eine Deaktivierung geschehen wenn bei einer elektrischen Parkbremse (EPB) eine vorgegebene Relation Zuspannkraft bzw. Druck zu Hangneigung oder Fahrkorb-/Fahrkabinengewicht erkannt wird. Damit ist gemeint, dass beispielsweise bei Parkbremsen eine bestimmte Zuspannkraft bzw. hydraulischer Druck in Abhängigkeit von einem Neigungs-Winkel/Gewichtskraft so eingestellt wird, dass das Fahrzeug oder die Fahrkabine gerade nicht los fährt. Hat man hier eine über dem Sollwert liegende Kraft, so ist der Reibwert noch nicht optimal. Dieses Verfahren ist besonders günstig, wenn bei dem Fahrzeug ohnedies ein Neigungssensor vorhanden ist.

Der sich aus Anspruch 6 und 7 ergebende dritte Parameter beschränkt den Anlauf des Programms bei Vorliegen des ersten Parameters auf die folgenden zusätzlichen Randbedingungen bzw. beeinflusst den Ablauf des Programms:

- Zuspannkraft/Bremsdruck während Einfahrbremsung ohne das eine merkliche Fahrzeug- oder die Fahrkabinenverzögerung eintritt;
- Bremsungen wiederholen sich zyklisch nach einem festzulegenden Raster, z.B. während Fahrbetriebes alle 5 min, oder alle 5 km. Über einen Zähler (z.B. Bremslichtschalter als Trigger) können auch die vom Fahrer durchgeführten Bremsungen Einfluss auf die Häufigkeit der Einlaufbremsungen haben;
- Bremsungen wiederholen sich bei Leerfahrten der Fahrkabine (gegen den Antriebsmotor);

- 5 -

- Bis zu einer definierten Geschwindigkeit, (z.B. < 100km/h bei Fahrzeug bzw. < 10 m/s, vorzugsweise < 5m/s, beim Fahrstuhl);
- Nicht bei Kurvenfahrt im Fahrzeug (optional wenn Lenkwinkelesensor vorhanden);
- Nicht bei Temperaturen der Reibpaarung > 200°C (Erkennung z.B über Software Temperaturmodell oder Temperaturfühler);
- Nicht während Bremsung durch den Fahrer im Fahrzeug;
- Nicht während einer Bremsung im Handbetrieb oder während einer Notbremsung im Fahrstuhl.

Eine weitere wichtige Größe die einen Bremsbelag seinen optimalen Reibwert noch nicht erreichen lässt ist der, dass der Bremsbelag einen Schrägverschleiß besitzt. Aufgrund von Schrägverschleiß nimmt der Zuspann- bzw. Kolbenweg für eine definierte Spannkraft zu, d.h. die Steifigkeitskennlinie des Systems wird flacher.

Den zur Auslösung des Programms dienenden ersten Parameter kann man wie folgt messen: Durch eine im System hinterlegte Steifigkeitskennlinie (Zuspannkraft / Druck zu Kolbenweg) wird erkannt wann die Schrägverschleiß-Rückbildung aktiviert werden muss. Wenn die Messwerte wieder der abgelegten Kennlinie entsprechen wird gilt der zweite Parameter als eingetreten und das Programm für die Regenerierung wird abgeschlossen. Eine erneute Aktivierung ist, wenn die Parameter der Steifigkeitskennlinie nicht entsprechen jederzeit möglich.

Aufgrund eventuell anderer Belagkompressibilitäten nach einem Bremsbelagwechsel lässt sich die Steifigkeitskennlinie erkennen. Die Erkennung geschieht über die Codierung des Bremsbelages oder über händische Eingabe an einem Steuergerät. Der oben beschriebene Online Update ist wiederum möglich.

- 6 -

Die Rückbildung von Schrägverschleiß findet unter folgenden Rahmenbedingungen statt.

- Zuspannkraft /Bremsdruck zur Schrägverschleißrückbildung wird so gewählt dass keine merkliche Fahrzeug- oder Fahrkabinenverzögerung eintritt;
- Bremsungen wiederholen sich zyklisch nach einem festzulegenden Raster, z.B. während Fahrbetrieb alle 5 min, oder alle 5 km. Über einen Zähler (z.B. Bremslichtschalter als Trigger) können auch die vom Fahrer durchgeführten Bremsungen Einfluss auf die Häufigkeit der Schrägverschleißrückbildung haben;
- Bis zu einer definierten Geschwindigkeit ist der Betrieb des Programms zulässig, z.B. $v < 100\text{km/h}$ oder $v < 10 \text{ m/s}$, vorzugsweise $v < 5 \text{ m/s}$;
- Kein automatisches Bremsen bei Kurvenfahrt im Fahrzeug (optional wenn Lenkwinkelsensor vorhanden);
- Kein automatisches Bremsen bei Reibtemperaturen $> 200^\circ\text{C}$ (Erkennung z.B. über Software Temperaturmodell oder Sensor);
- Nicht während Bremsung durch den Fahrer (Fahrzeug);
- Nicht während Bremsung im Handbetrieb (Fahrstuhl);
- Nicht wenn Bremsbeläge verschlissen sind (optional wenn Wegsensor oder Belagverschleißanzeige).

Eine zusätzliche wichtige Größe die einen Bremsbelag seinen optimalen Reibwert nicht erreichen lässt ist die, dass aufgrund von unzureichender Nutzung der Bremsanlage der Bremsbelag nicht mehr seinen Betriebsreibwert erreicht („verglasen“, „Einschlagen“ der Beläge). Dies geschieht durch chemische Vorgänge an der Oberfläche des Belages. Hierbei erhöht sich die erforderliche Zuspannkraft bzw. Druck für eine definierte Verzögerung.

- 7 -

Der das Programm auslösende erste Parameter sowie der das Programm schließende zweite Parameter lassen sich hierbei wie folgt bestimmen. Durch eine im System hinterlegte Kennlinie „Zuspannkraft zu Verzögerung oder Gewichtskraft“ wird erkannt wann aufgrund eines „eingeschlafenen“ Belages die Bremsbeläge regeneriert werden müssen. Wenn die Messwerte Zuspannkraft/Druck zur Verzögerung wieder der abgelegten Kennlinie entsprechen, gilt der zweite Parameter als eingetreten und die Regenerierung wird abgeschlossen. Eine Aktivierung des Programms ist ebenfalls möglich, wenn bei der Betätigung einer elektrischen Parkbremse (EPB) der hinterlegten Kennlinie (Zuspannkraft bzw. Druck zur Hangneigung) nicht entsprochen wird. Dies wurde weiter oben bereits erläutert. Eine Deaktivierung des Programms geschieht, wenn die Messwerte wieder der Kennlinie bei EPB Betätigung entsprechen. Eine erneute Aktivierung des Programms ist, wenn die gemessenen Ist-Werte der Kennlinie nicht entsprechen, jederzeit wieder möglich. Nach Bremsbelagwechsel aufgrund eventuell anderer Belag-Reibwerte wird die Kennlinie aktualisiert (Erkennung über Codierung Bremsbelag, Online Update oder separate Eingabe am Steuergerät wie weiter oben schon beschrieben).

Das Regenerieren von Bremsbelägen findet unter folgenden Rahmenbedingungen statt (dritter Parameter bzw. Programm).

- Zuspannkraft /Bremsdruck während Regenerierbremsung ohne dass eine merkliche Fahrzeug- oder Fahrkabinenverzögerung eintritt;
- Bremsungen wiederholen sich zyklisch nach einem festzulegenden Raster, z.B. während Fahrbetrieb alle 5 min, oder alle 5 km. Über einen Zähler (z.B. Bremslichtschalter als Trigger) können auch die vom Fahrer durchgeföhrten Brem-

- 8 -

sungen Einfluss auf die Häufigkeit der Regenerierbremsungen haben;

- Bis zu einer definierten Geschwindigkeit, z.B. $v < 100\text{km/h}$ (bei Fahrzeugen) bzw. $v < 10\text{m/s}$, vorzugsweise $v < 5\text{m/s}$, (bei Fahrstühlen);
- Nicht bei Kurvenfahrt (optional wenn Lenkwinkelsensor vorhanden);
- Nicht bei Reibtemperaturen $> 200^\circ\text{C}$ (Erkennung z. B. über Software Temperaturmodell);
- Nicht während der Bremsung durch den Fahrer (inklusive Handbetrieb sowie Not- oder Sicherheitsbremsung bei Fahrstuhl);
- Nicht wenn Bremsbeläge verschlissen sind (optional wenn Zuspann-Wegsensor oder Belagverschleißanzeige).

Figur 1 zeigt ein fahrzeugtypisches Blockschaltbild für den Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Einfahren von Bremsbelägen

Figur 2 zeigt ein fahrzeugtypisches Blockschaltbild für den Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Rückbilden von Schrägverschleiß bei Bremsbelägen und

Figur 3 zeigt ein fahrzeugtypisches Blockschaltbild für den Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Regenerieren von verglasten Bremsbelägen.

Im Fahrstuhlbetrieb können an der Fahrkabine weniger oder mehr als die hier gezeigten vier Bremsen installiert sein.

Figur 1 zeigt ein Steuergerät 1 in welches die gemessenen Parameter eingegeben werden und welches dann ein Brems-Regelsystem 2 zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ansteuert.

- 9 -

Durch das Brems-Regelsystem 2 werden bei einem Fahrzeug Bremsen 3 an den Vorderrädern beziehungsweise Bremsen 4 an den Hinterräden selbsttätig angesteuert, wodurch wie weiter oben beschrieben der Reibwert der Bremsbeläge verbessert wird. Die Bremsen können Detektoren 5 zur Messung der Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs besitzen und hydraulisch (Bremsen 3) oder durch eine elektrische Kraft (Bremsen 4) angetrieben werden. Eine Messeinheit 6 kann das Steuergerät 1 mit geeigneten Messwerten versorgen welche in Figur 1 angegeben sind und aus welchen der erste und der dritte Parameter abgeleitet werden. Ein Datengeber 7 versorgt das Steuergerät 1 mit vom Fahrzeugherrsteller oder dem Hersteller der Bremsbeläge stammenden Daten.

Figur 2 beschreibt analog ein Verfahren zum Rückbilden von Schrägverschleiß von Bremsbelägen. Der Unterschied besteht gegenüber dem Verfahren nach Figur 1 darin, dass dieses Verfahren nicht bei neuen Bremsbelägen benötigt wird und dementsprechend die Messung des Datums und/oder der Wegstrecke entfallen kann. Weiterhin sind in dem Steuergerät Kennlinien gespeichert, die die Zuspannkraft beziehungsweise den Druck in Abhängigkeit von dem Kolbenweg beschreiben.

Figur 3 beschreibt analog ein Verfahren zum Regenerieren von verglasten Bremsbelägen. Der Unterschied besteht gegenüber dem Verfahren nach Figur 1 darin, dass in dem Steuergerät Kennlinien gespeichert sind, die die Zuspannkraft beziehungsweise den Druck in Abhängigkeit von dem Kolbenweg beschreiben oder die Zuspannkraft beziehungsweise den Druck in Abhängigkeit von der Hang-Neigung (beim Fahrzeug) bzw. Gewichtskraft (beim Fahrrad) beschreiben.

- 10 -

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verbesserung des Reibwertes von Bremsbelägen einer Reibungsbremse (3,4) eines Fahrzeugs oder einer Fahrkabine eines Fahrstuhls wobei die Bremse (3,4) in Abhängigkeit von einem vorbestimmten ersten Parameter (6) insbesondere ersten Messwert selbsttätig nach einem vorgegebenen Programm betätigt und in Abhängigkeit von einem vorbestimmten zweiten Parameter (6) vorzugsweise zweiten Messwert das Programm beendet wird, dadurch **gekennzeichnet**, dass durch das Programm die Bremse in Abständen selbsttätig betätigt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, dass zum Einfahren der Bremsbeläge der erste Parameter die Inbetriebnahme des Fahrzeugs bzw. der Fahrkabine des Fahrstuhls oder der Bremsbelag-Wechsel ist und dass der zweite Parameter ein vorbestimmter Zeitraum und/oder eine vorbestimmte durch das Fahrzeug bzw. die Fahrkabine zurückgelegte Wegstrecke ist, wobei die vorbestimmten Werte ab dem Auftreten des ersten Parameters gemessen werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, dass zum Rückbilden des Schrägverschleißes von Bremsbelägen der erste Parameter durch das Absinken der Steifigkeit der Bremse unter einen vorgegebenen ersten Sollwert und dass der zweite Parameter durch das Überschreiten der Steifigkeit über einen zweiten Sollwert bestimmt ist wobei vorzugsweise der erste Sollwert mit dem zweiten Sollwert übereinstimmt.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Steifigkeit mittelbar durch den für eine bestimmte Zuspannkraft bzw. Druck benötigten Zuspannweg im Bremssattel be-

- 11 -

stimmt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, dass zum Regenerieren des Reibwertes von Bremsbelägen mit verminderter Reibwert der ersten Parameter durch das Absinken der Verzögerung des Fahrzeugs bei vorgegebener Zuspannkraft bzw. Druck der Bremse unter einen vorgegebenen ersten Sollwert und dass der zweite Parameter durch das Überschreiten der Verzögerung bei vorgegebener Zuspannkraft bzw. Druck über einen zweiten Sollwert bestimmt ist, wobei vorzugsweise der erste Sollwert mit dem zweiten Sollwert übereinstimmt.
6. Verfahren der Ansprüche eins bis 5, dadurch **gekennzeichnet**, dass ein dritter Parameter vorgesehen ist, bei dessen Vorliegen das Anlaufen des Programms aufgrund des Auftretens des ersten Parameters verhindert wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch **gekennzeichnet**, dass der dritter Parameter durch einen Messwert gebildet ist.

Zusammenfassung

Es hat sich nun gezeigt, dass nicht nur äußere fremde Materialien auf den Bremsbelägen die Wirkung der Bremse (3,4) herabsetzen können sondern dass auch der Reibwert eines Bremsbelages selbst unterschiedlich sein kann. Dies gilt beispielsweise dann, wenn ein Bremsbelag noch nicht eingefahren ist, wenn er einen Schrägverschleiß zeigt oder wenn er aufgrund chemischer Einflüsse seine Oberfläche ändert. Derartige Einflüsse können den Reibwert eines Bremsbelages um 20% und mehr ändern mitunter Umständen negativen Folgen bei einem möglichen Bremsvorgang.

Aufgabe der Erfindung ist es den Reibwert eines Bremsbelages unter bestimmten Voraussetzungen zu verbessern. Die Aufgabe wird dadurch gelöst, dass in Abhängigkeit von einem ersten Parameter ein Programm zur Verbesserung des Reibwertes des Bremsbelages gestartet wird welches in Abhängigkeit von einem zweiten Parameter beendet wird. Der Programmlauf wird vorteilhaft erweise zusätzlich noch von einem dritten Parameter abhängig gemacht. Das Programm besteht im wesentlichen darin den Bremsbelag durch selbsttätiges wiederholtes Bremsen an geeigneten Stellen abzuschleifen oder anzupassen und dabei ständig den herrschenden Reibwert zumindest mittelbar zu messen.

Fig. 1